Pittieria 34 (2010): 33-72

ANATOMÍA DE LA MADERA EN 24 ESPECIES DE LIANAS DE LA RESERVA FORESTAL IMATACA, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA

Wood anatomy of 24 species of lianas growing at Imataca Forest Reserve, Bolívar state, Venezuela

Williams J. León H.
Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Departamento de Botánica y Ciencias Básicas. Laboratorio de Anatomía de Maderas. wleon@ula.ve

Resumen
En este trabajo se presenta la descripción anatómica de la madera de 24 especies de lianas procedentes de la Reserva Forestal Imataca (Bolívar, Venezuela). Las especies estudiadas se separaron en dos grupos de acuerdo a la presencia de variantes cambiales, las cuales se observaron en ocho especies pertenecientes a cuatro familias. Una característica que se manifestó con frecuencia fue la presencia de cristales. El tipo de cristal más común fueron los prismáticos. En *Davilla rugosa, Tetracera volubilis* y *Norantea guianensis*, se encontraron rafidios; mientras que en *Celtis iguanea* se observaron drusas. *Uncaria guianensis* también presentó cristales estiloides y arena cristalífera. Se calcularon índices de vulnerabilidad y mesomorfia. En especies con vasos de dos tamaños, se encontró diferencia de comportamiento entre vasos grandes y pequeños; en cuatro especies se encontraron valores xeromórficos a nivel de vasos pequeños. Se elaboró una clave dicotómica para la identificación de especies.

Palabras clave: lianas, anatomía de maderas, variantes cambiales, seguridad de conducción, eficiencia de conducción.

Abstract
The wood anatomy of 24 species of lianas from Imataca Forest Reserve (Bolívar state, Venezuela) is presented. Species studied were included in two groups according the presence of cambial variants. This feature was observed in eight species that belong to four families. The presence of crystals was common and prismatics crystals were most frequent type. Raphides were found in *Davilla rugosa, Tetracera volubilis* and *Norantea guianensis*. In *Celtis iguanea* druses was observed. *Uncaria guianensis* showed styloids and crystal sand. Vulnerability and Mesomorphy index were calculated. In species with vessels of two sizes there were differences in behavior between large and small vessels, xeromorphic values were found in small vessels of four species. A dichotomous key for identification is presented.

Key words: lianas, wood anatomy, cambial variants, security in conduction, efficiency in conduction.

Recibido: 06/10/2010 - Aceptado: 03/11/2010

Introducción

Las lianas son un componente importante de los bosques tropicales y se consideran como uno de los elementos principales que diferencian este tipo de bosques de los correspondientes a la zona templada. Representan una fuerte competencia para los árboles por luz, agua y nutrientes (Gentry 1991). Además, suelen ejercer una influencia negativa en las labores de tumba, arrastre, establecimiento de regeneración natural deseable y crecimiento de los árboles (Hernández *et al*. 2007). Desde el punto de vista de estructura de la madera, las lianas es la forma de vida leñosa donde se presenta la mayor frecuencia y tipos de variantes cambiales (Carlquist 1991). Adicionalmente, son los representantes del reino vegetal que tienen los vasos de mayor longitud y diámetro, reportándose casos de vasos con más de 8 m de largo y hasta 500 µm de diámetro (Ewers 1985). León (2009) indica que en las lianas también se presenta, con una frecuencia relativamente alta, el desarrollo de vasos de dos tamaños en cuanto a diámetro y este carácter permite sistemas de conducción que garantizan eficiencia y seguridad en el transporte de agua y solutos. A pesar de la importancia de las lianas, tanto desde el punto de vista de su estructura xilemática como de su frecuencia en bosques tropicales e incidencia en labores de aprovechamiento, la información sobre anatomía de maderas es relativamente baja. Según Carlquist (1991), los trabajos pioneros en cuanto a anatomía del leño de lianas fueron los realizados por Westermeier & Ambronn (1881) y Schenk (1893). Más recientemente, se tienen los aportes de Gutiérrez *et al*. (2009), Pace *et al*. (2009), Brandes & Barros (2008), Jacques & Franchesqui (2007), Araujo & Costa (2006), Zevallos & Tomazello (2006), Dos Santos (1996), Carlquist (1991), Ewers *et al*. (1991), Gasson & Dobbins (1991) y Ewers (1985). En Venezuela, las investigaciones en cuanto a anatomía de lianas son escasas (León 2009; Araque *et al*. 2007, 2000). Estos estudios han sido de gran valor para el conocimiento de la estructura leñosa de lianas que se desarrollan en bosques de diferentes regiones geográficas de Venezuela y el presente trabajo tiene como objetivo dar continuidad a este tipo de investigaciones al presentar la descripción y clave de identificación de 24 especies que crecen en el estado Bolívar.

Materiales y métodos

El material de estudio fue colectado en la Reserva Forestal Imataca (estado Bolívar, Venezuela), en el área de Reserva Biológica. Por cada especie se colectó material de un solo individuo debido a las dificultades de recolección propias de esta forma vegetal. Tanto la muestra botánica como la de madera fueron accesadas al Herbario MER y la Xiloteca MERw de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela) (Cuadro 1). Las muestras de maderas fueron preparadas aplicando las técnicas convencionales de microtecnia xilemática (Johansen 1940; Corothie 1967): ablandamiento en agua caliente, corte de secciones de aproximadamente 25-30 µm de espesor, tinción con safranina, deshidratación en baños sucesivos de alcohol, aclaramiento

Cuadro 1: Lista de especies estudiadas (Muestra de xiloteca, herbario, colector).

Familia	Especie	Muestra Xiloteca	Muestra botánica
APOCYNACEAE	*Forsteronia* cf. *guyanensis*	X6616	54371, Lozada
BIGNONIACEAE	*Mansoa* sp.	X6618	54373, Lozada
	Bignonia hyacinthina	X6621	54376, Lozada
	Xylophragma seemannianum	X6622	54377, Lozada
CONNARACEAE	*Cnestidium rufescens*	X6625	54380, Lozada
CONVOLVULACEAE	*Maripa paniculata*	X6626	54381, Lozada
DILLENIACEAE	*Davilla rugosa*	X6628	54383, Lozada
	Tetracera volubilis	X6629	54384, Lozada
HIPPOCRATEACEAE	*Hylenaea comosa*	X6633	54388, Lozada
LEGUMINOSAE, CAESALPINOIDEAE	*Senna nitida*	X6623	54378, Lozada
	Bauhinia scala-simiaea	X6624	54379, Lozada
LEGUMINOSAE, MIMOSOIDEAE	*Acacia tenuifolia*	X6636	54391, Lozada
	Mimosa tenuiflora	X6635	54390, Lozada
LEGUMINOSAE, PAPILIONOIDEAE	*Machaerium quinatum*	X6630	54385, Lozada
	Machaerium arboreum	X6631	54386, Lozada
MARCGRAVIACEAE	*Norantea guianensis*	X6634	54389, Lozada
PHYTOLACCACEAE	*Seguieria macrophylla*	X6637	54392, Lozada
RHAMNACEAE	*Gouania* cf. *lupuloides*	X6640	54395, Lozada
RUBIACEAE	*Uncaria guianensis*	X6641	54396, Lozada
SAPINDACEAE	*Paullinia pinnata*	X6613	54399, Lozada
	Serjania atrolineata	X6611	54397, Lozada
	Serjania pyramidata	X6612	54398, Lozada
ULMACEAE	*Celtis iguanea*	X6643	54401, Lozada
VERBENACEAE	*Petrea aspera*	X6644	54402, Lozada

en xilol y montaje con resina sintética. Se prepararon macerados sumergiendo astillas en una mezcla de peróxido de hidrógeno y ácido acético glacial (1:1) y colocadas en estufa (12 h, 60 °C) para luego individualizar los elementos celulares mediante fricción mecánica, coloración con safranina y montaje permanente con resina sintética. La descripción se realizó siguiendo lo establecido por IAWA (1989), tanto para características cualitativas como cuantitativas. En las especies que presentaron poros de dos tamaños, la medición de diámetro y frecuencia de poros se realizó para cada una de las categorías de tamaño. En la determinación del color se utilizó la tabla de colores de Munsell (1990). Se calcularon los índices de vulnerabilidad (IV) y mesomorfia (IM) propuestos por Carlquist (1977). En especies con vasos de dos tamaños, se determinaron los índices antes mencionados para cada categoría de tamaño. Se elaboró una clave dicotómica para la diferenciación de especies basándose, principalmente, en características cualitativas.

Resultados

Descripciones

Forsteronia cf. *guyanensis* Mull. Arg. (APOCYNACEAE) (Figura 1)
Thyrsanthus guyanensis (Mull. Arg.) Miers
Madera de color amarillo pálido (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivo. Lustre bajo. Textura mediana. Grano entrecruzado. Moderadamente dura y pesada.
Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, de dos tamaños, grandes predominantemente solitarios y en contacto con poros pequeños formado agrupaciones arracimadas; poros pequeños arracimados y en múltiples radiales largos. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes, pocos. Fibras no septadas, paredes delgadas, punteaduras claramente areoladas en paredes radiales. Traqueidas presentes, observables en tejido macerado. Parénquima apotraqueal difuso en agregados, paratraqueal escaso y en bandas discontinuas hasta de tres células de ancho, en series de 4-5 células. Radios uniseriados homocelulares de células cuadradas o erectas y multiseriados heterocelulares con más de dos rutas de células marginales, 1-7 células de ancho, de dos tamaños. Cristales prismáticos presentes en células cuadradas o erectas y células procumbentes de los radios y en el parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas, 1-3 cristales por célula. Tubos laticíferos presentes en radios multiseriados.

Mansoa sp. (BIGNONIACEAE) (Figura 2)
Madera de color amarillo pálido (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivo. Lustre mediano. Textura gruesa. Grano recto a inclinado. Dura y pesada.
Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal. Porosidad difusa. Poros sin patrón definidos de disposición, de dos tamaños, poros grandes predominantemente solitarios

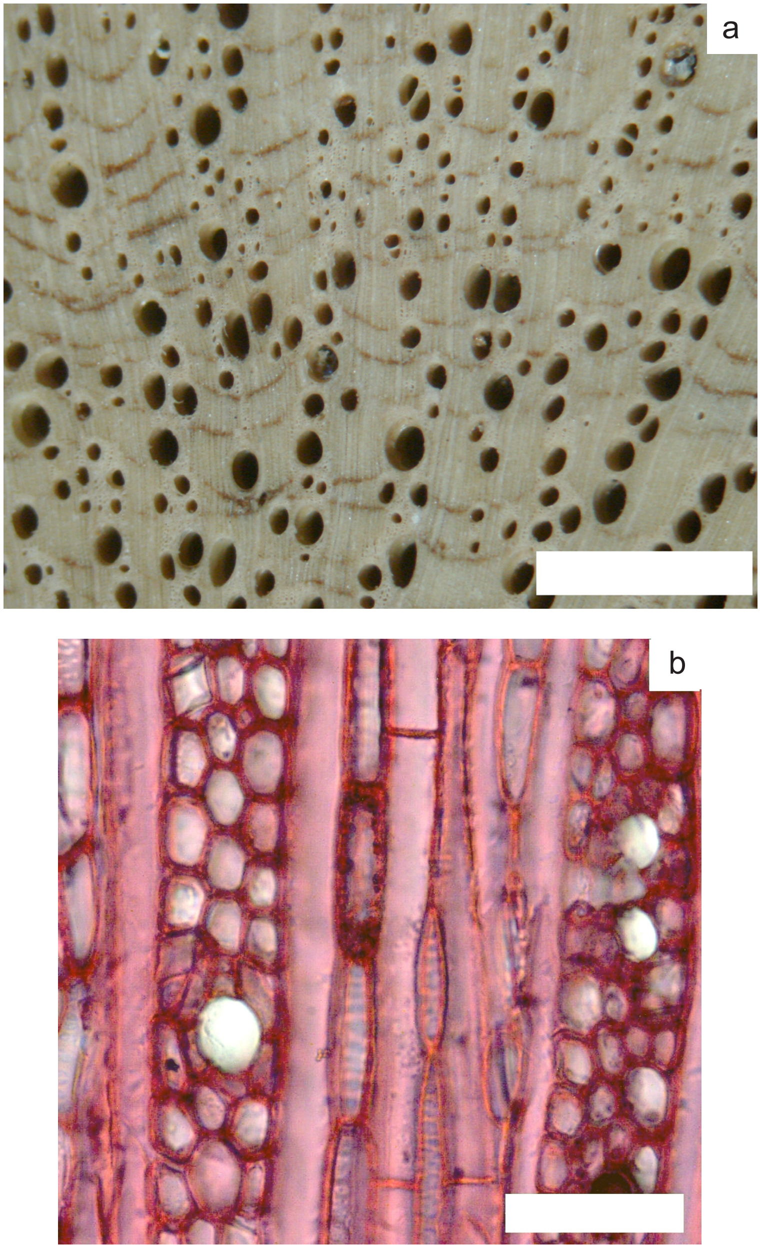


Figura 1: APOCYNACEAE. *Forsteronia* cf. *guyanensis*. (a)Poros de dos tamaños. Parénquima en bandas (Barra = 2 mm). (b)Tubo laticífero (Barra = 50 μm).

y algunos en contactos con poros pequeños, poros pequeños en múltiples radiales de 2-5 y arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Tílides y otros depósitos presentes. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, marginal, fusiforme y en series de 2-4 células. Radios uniseriados homocelulares de células procumbentes, multiseriados homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales, 1-7 células de ancho. Células radiales perforadas presentes. Estratificación parcial de parénquima axial. Penetración de cuatro cuñas floemáticas.

Bignonia hyacinthina (Standl.) L. Lohmann (BIGNONIACEAE) (Figura 2)
Mussatia hyacinthina (Standl.) Sandwith
Madera de color amarillo (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Textura fina. Grano recto a inclinado. Dura y pesada.
Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios, múltiples radiales de 2-3, arracimados; los poros que se presentan en la continuidad de las cuñas xilemáticas son pequeños, múltiples radiales largos y arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras septadas, paredes medianas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, marginal, fusiforme y en serie de dos células. Radios uniseriados y multiseriados homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con 2-4 rutas de células marginales, 1-6 células de ancho. Estructura estratificada en parénquima axial. Penetración de ocho cuñas floemáticas.

Xylophragma seemannianum (Kuntze) Sandwith (BIGNONIACEAE)
Adenocalymma cocleense Pittier; *Distictis rovirosana* Donn. Sm.; *Saldanhaea seemanniana* Kuntze; *Tabebuia floccosa* (Klotzsch ex Bureau & K. Schum.) Sprague & Sandwith; *T. floccosa* Klotzsch ex Bureau & K. Schum.
Madera de color amarillo pálido (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Textura mediana. Grano inclinado. Dura y pesada.
Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal y tendencia a porosidad semicircular. Porosidad con tendencia a semicircular. Poros sin patrón definido de disposición, de dos tamaños, grandes predominantemente solitarios y algunos en contacto con pequeños, poros pequeños en múltiples radiales de 2-6 y arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares; en algunas zonas con areola reducida o aparentemente

simples y de forma redondeada. Tílides presente. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas, predominantemente en las paredes radiales. Parénquima paratraqueal vasicéntrico delgado, aliforme de ala corta, confluente, unilateral y en bandas marginales, fusiforme y en series de 2-4 células, predominantemente 2 células. Radios uniseriados homocelulares de células procumbentes y homocelulares de células cuadradas o erectas; multiseriados homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con 1-4 rutas de células marginales, 1-5 células de ancho. Estratificación parcial de parénquima axial. Penetración de cuatro cuñas floemáticas.

Cnestidium rufescens Planch. (CONNARACEAE) (Figura 3)
Rourea frutescens Aubl.; *R. hondurensis* Donn. Sm.
Madera de color marrón rojizo claro (5YR 6/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivo. Lustre mediano. Textura mediana. Grano recto. Dura y pesada.
Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, exclusivamente solitarios. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areola reducida o aparentemente simples y de forma redondeada. Tílides presente. Fibras septadas, de paredes medianas, con punteaduras indistintamente areoladas. Traqueidas vasicéntricas presentes. Parénquima en bandas discontinuas de una célula de ancho. Radios predominantemente homocelulares de células procumbentes y algunos homocelulares de células cuadradas o erectas, exclusivamente uniseriados. Cristales prismáticos en parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas, abundantes, un cristal por cámara. Cuerpos de sílice en células de parénquima radial, abundante.

Maripa paniculata Barb. Rodr. (CONVOLVULACEAE) (Figura 4)
Madera de color amarillo muy pálido (10YR 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivo. Lustre bajo a mediano. Grano recto. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.
Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios, múltiples radiales y tangenciales de 2-3, ocasionalmente arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, grandes, no ornadas. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes delgadas a medianas, punteaduras claramente areoladas tanto en paredes radiales como tangenciales. Parénquima paratraqueal escaso, en series de 5-8 células. Radios homocelulares de células procumbentes, exclusivamente uniseriados. Cristales prismáticos en parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas, un cristal por cámara. Floema incluso concéntrico.

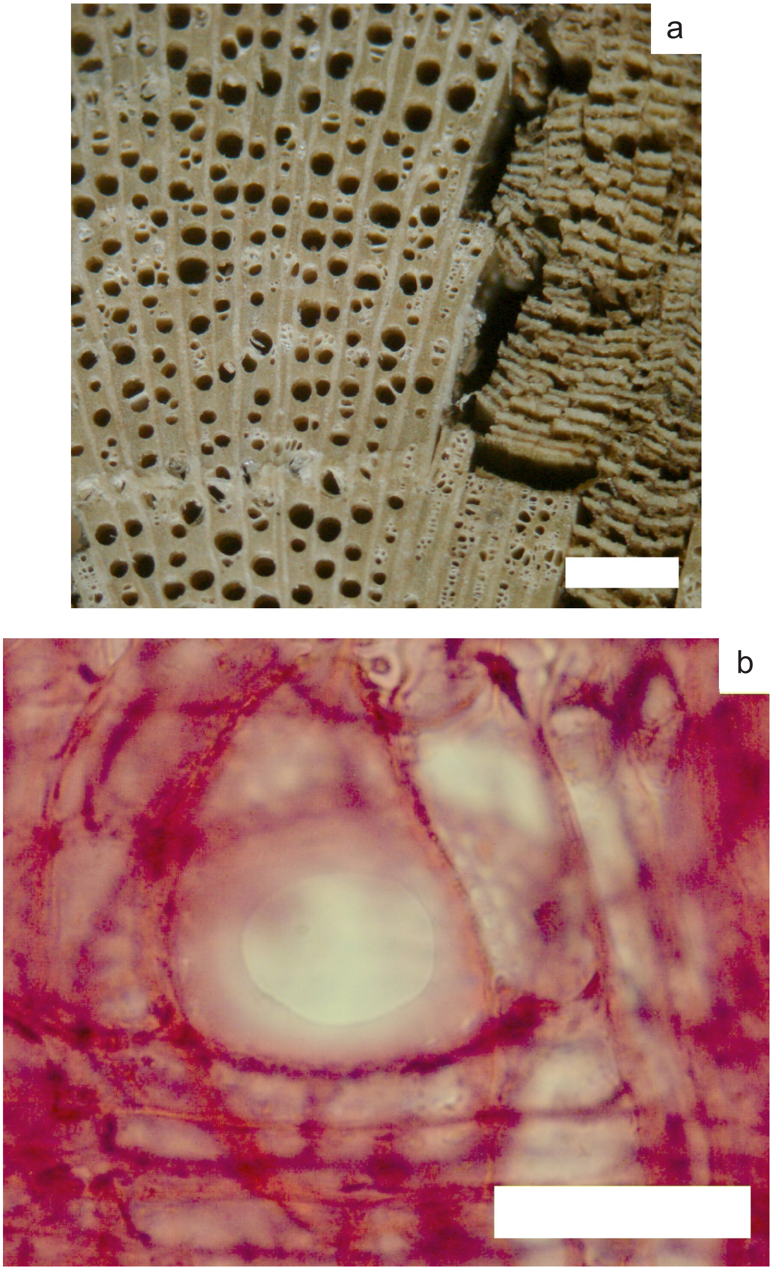


Figura 2: BIGNONIACEAE. (a)*Bignonia hyacinthina*. (a)Poros de dos tamaños. Cuña floemática (Barra = 1 mm). (b)*Mansoa* sp. Célula radial perforada (Barra = 50 μm).

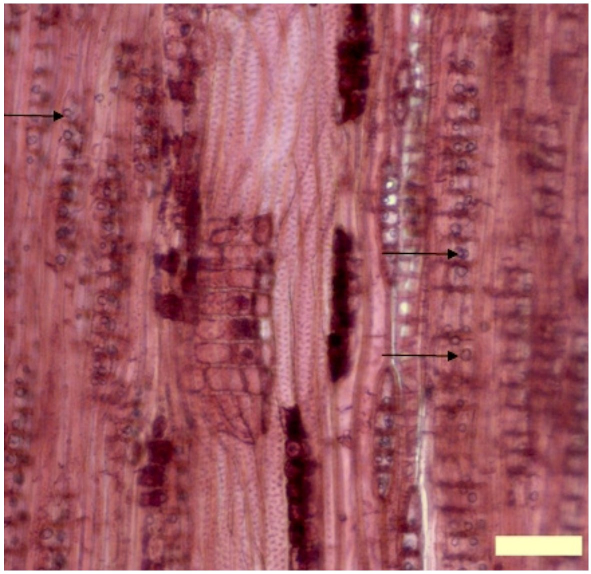


Figura 3: CONNARACEAE. *Cnestidium rufescens*. Traqueidas vasicéntricas. Sílice en los radios (Barra = 100 μm).

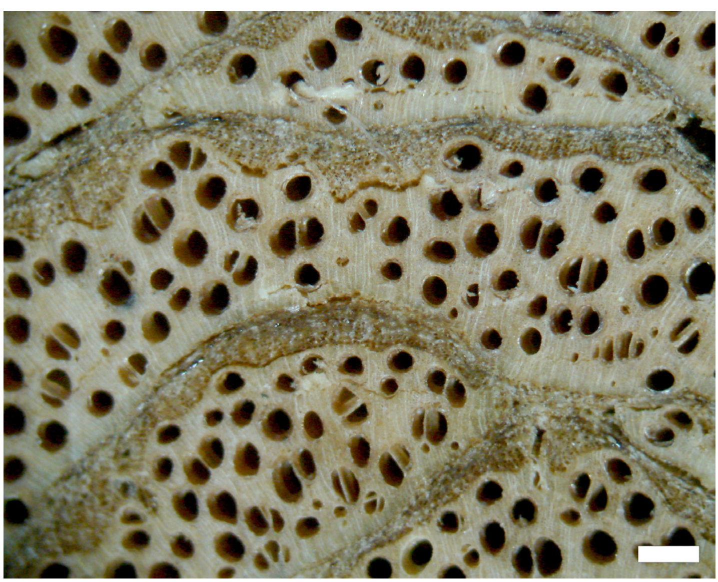


Figura 4: CONVOLVULACEAE. *Maripa paniculata*. Floema incluso concéntrico o cambium sucesivo (Barra = 0,8 mm).

Davilla rugosa Poir. (DILLENIACEAE) (Figura 5)
Davilla brasiliana DC.; *D. pilosa* Miq., *D. rugosa* var. *kunthii* Eichler, *D. rugosa* var. *luschnatii* Eichler, *D. rugosa* var. *sellowii* Eichler, *D. rugosa* var. *willdenowii* Eichler, *Hieronia scabra* Vell.
Madera de color marrón rojizo claro (2.5YR 6/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto. Textura gruesa. Dura y pesada.
Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, exclusivamente solitarios. Platinas de perforación predominantemente simples combinadas con algunas escalariformes de 10 barras. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, grandes, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes delgadas, punteaduras claramente areoladas tanto en paredes radiales como tangenciales. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso, en series de 4-8 (-12) células. Radios uniseriados homocelulares de células cuadradas o erectas y multiseriados homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con 1-4 rutas de células marginales, 10-14 células de ancho. Radios agregados presentes. Rafidios presentes en células del parénquima radial formando idioblastos; algunos idioblastos vacíos se asemejan a células oleíferas.

Tetracera volubilis L. (DILLENIACEAE) (Figura 6)
Gynetera volubilis (L.) Raf., *T. acuminata* DC., *T. alata* C. Presl., *T. castaneifolia* Triana & Planch., *T. erecta* Sessé & Moc. ex. DC., *T. jamaicensis* DC., *T. japurensis* Mart. & Zucc., *T. mexicana* Eichler, *T. poeppigiana* Schltdl., *T. rhamnifolia* C. Presl., *T. salicifolia* C. Presl., *T. williamsii* J.F. Mcbrid.
Madera de color rosado (7.5YR 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano inclinado. Textura gruesa. Dura y pesada.
Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, exclusivamente solitarios. Platinas de perforación predominantemente simples y algunas escalariformes de 2-9 barras. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, grandes, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes delgadas a medianas, punteaduras claramente areoladas tanto en paredes radiales como tangenciales. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, en series de 4-8 (-12) células. Radios uniseriados homocelulares de células cuadradas o erectas y multiseriados homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con 1-4 rutas de células marginales, 5-20 células de ancho. Rafidios presentes en células de parénquima radial, formando idioblastos.

Hylenaea comosa (Sw.) Miers (HIPPOCRATEACEAE) (Figura 7)
Hippocratea comosa Sw., *H. crinita* Pittier, *Hylenaea capilliflora* Miers, *Salacia capillaeflora* Sagot ex. Peyr.

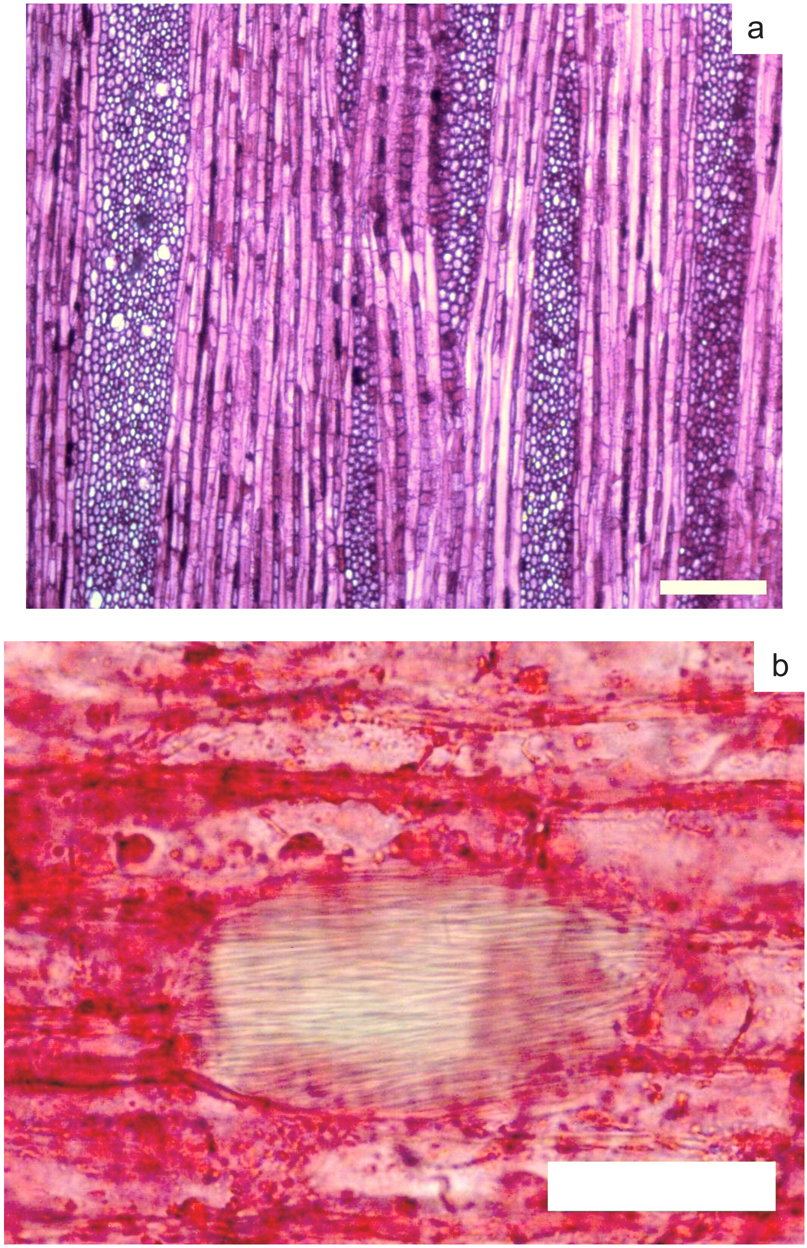
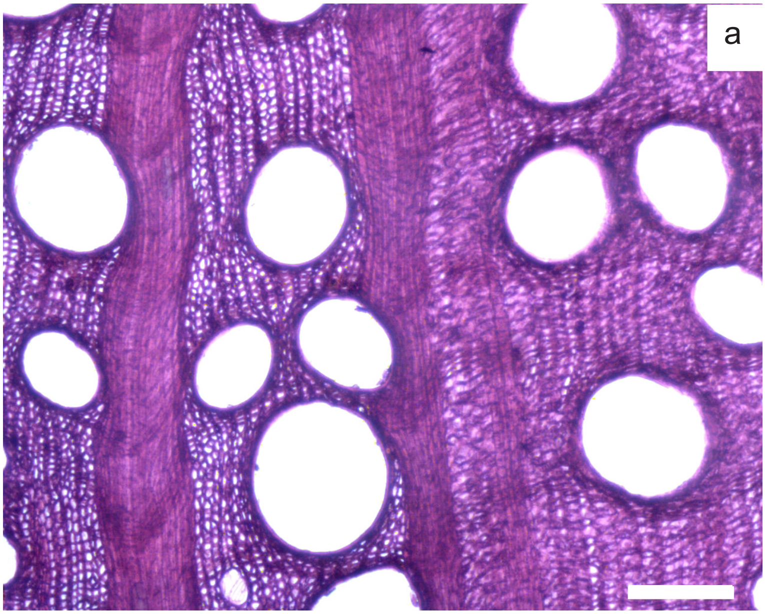


Figura 5: DILLENIACEAE. *Davilla rugosa* (a)Radios con más de 10 células de ancho (Barra = 300 μm). (b)Rafidios en parénquima radial (Barra = 50 μm).



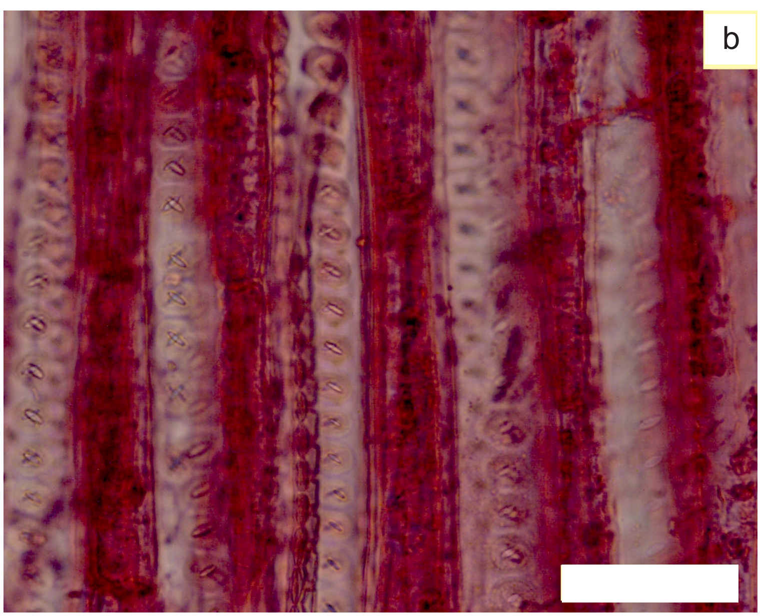


Figura 6: DILLENIACEAE. *Tetracera volubilis*. (a)Poros exclusivamente solitarios (Barra = 300 μm). (b)Fibras con punteaduras claramente areoladas (Barra = 50 μm).

Madera de color marrón muy pálido (10YR 8/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, exclusivamente solitarios. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presente. Fibras no septadas, paredes medianas, punteaduras claramente areoladas tanto en paredes radiales como tangenciales. Traqueidas presentes. Parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal escaso, en series de 4-6 células. Radios uniseriados homocelulares de células cuadradas o erectas y multiseriados heterocelulares con más de cuatro rutas de células marginales, de dos tamaños, 1-2 y 8-11 células de ancho. Cuerpos de sílice en células de parénquima radial, abundante.

Bauhinia scala-simiae Sandwith (LEGUMINOSAE, CAESALPINOIDEAE) (Figura 8)

Madera de color rosado (7.5YR 7/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano entrecruzado. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, de dos tamaños, grandes solitarios y múltiples radiales de 2 (-4), pequeños en múltiples radiales de 2-5 y algunos solitarios. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, no ornadas. Punteaduras radiosvasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma en poros pequeños, escasos. Fibras no septadas, paredes delgadas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicéntrico delgado, en bandas de 2 (-3) células de ancho, en series de 4 (-5) células. Radios homocelulares de células procumbentes, exclusivamente uniseriados. Estructura estratificada en radios y parénquima axial, 3 estratos de radios por mm. Cristales prismáticos en parénquima axial formando series cristalíferas.

Senna nitida (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (LEGUMINOSAE, CAESALPINOIDEAE)

Cassia antillana (Britton & Rose) Alain, *C. nitida* Rich., *Chamaefistula antillana* Britton & Rose

Madera de color amarillo (2.5Y 8/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo a mediano. Grano entrecruzado. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento ligeramente definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, de dos tamaños, grandes solitarios, múltiples radiales de 2-3 y algunos arracimados, pequeños arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos

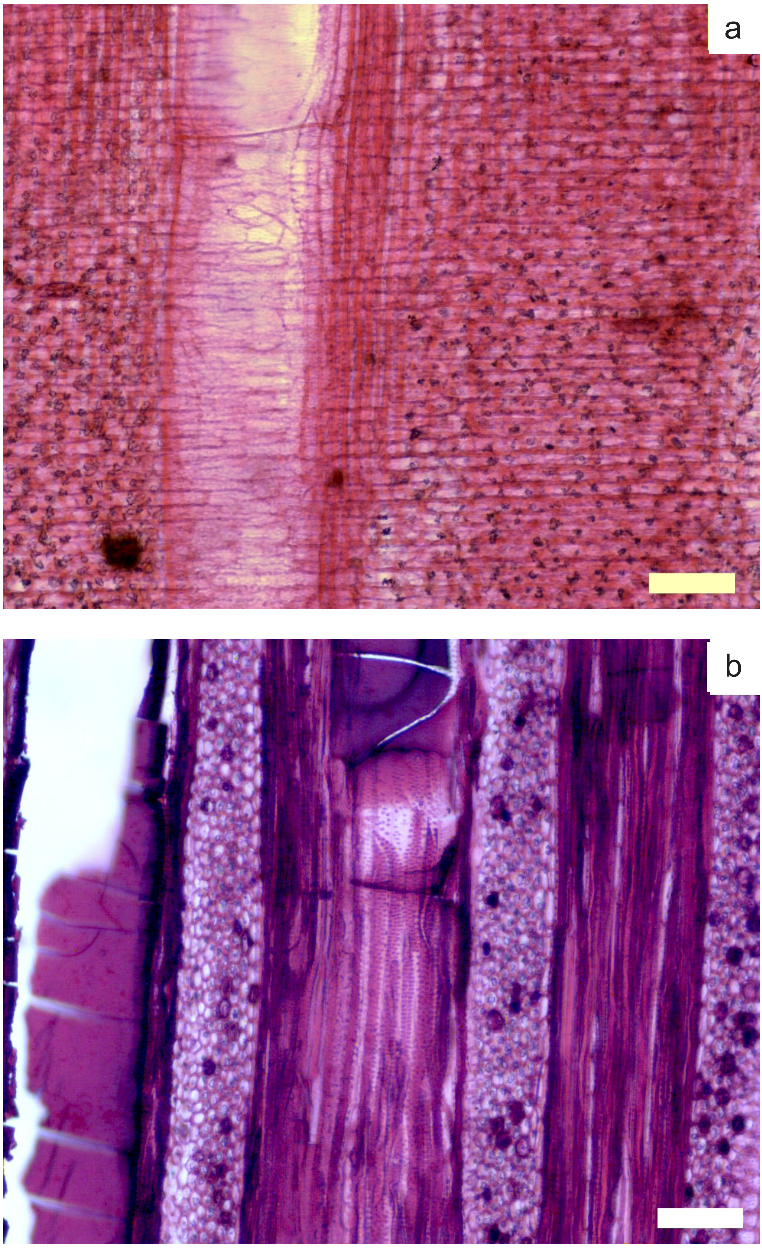


Figura 7: HIPPOCRATEACEAE. *Hylenaea comosa*. (a)Cuerpos de sílice en células de parénquima radial (Barra = 100 μm). (b)Traqueidas vasicéntricas, vasos con goma (Barra = 100 μm).

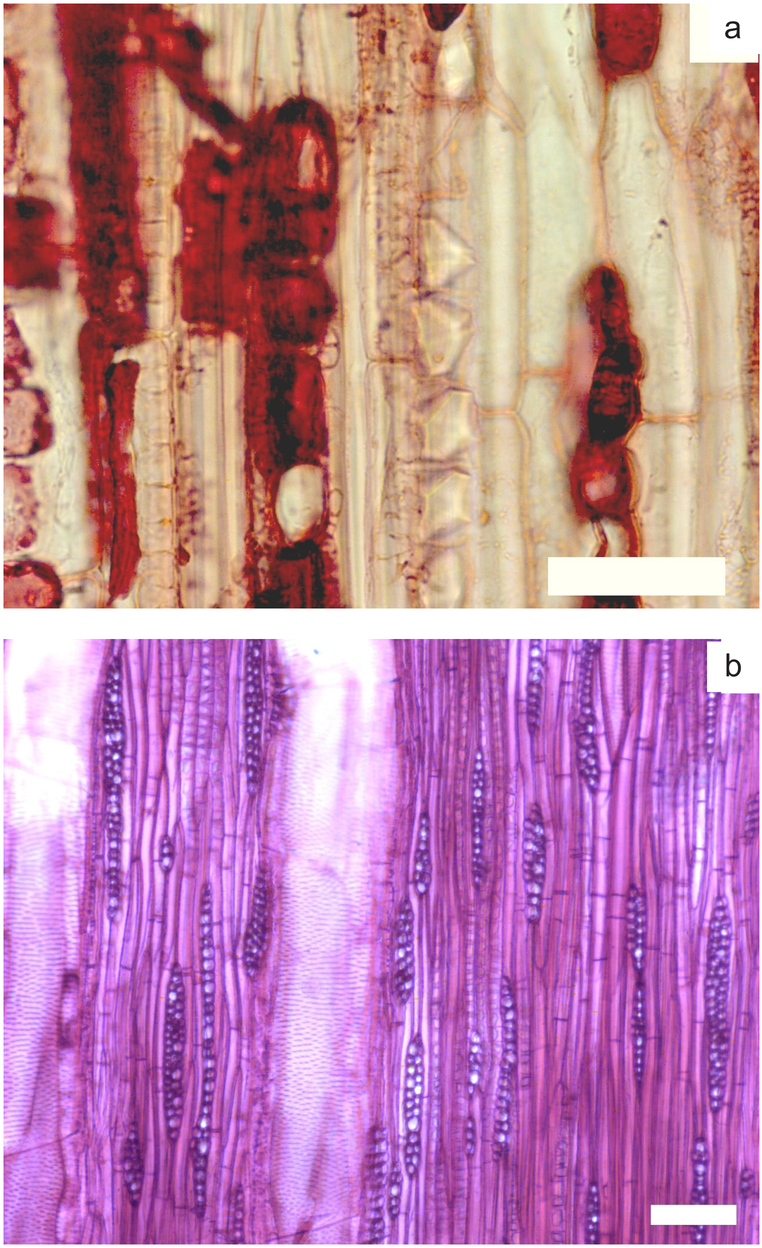


Figura 8: LEGUMINOSAE. (a)*Bauhinia scala-simiae*. Series parenquimáticas cristalíferas (Barra = 50 μm). (b)*Mimosa tenuiflora.* Radios de 1-3 células de ancho, fibras septadas (Barra = 100 μm).

de goma presentes. Fibras no septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal aliforme de ala corta, confluente, bandas con más de tres células de ancho, en series de 2-4 (-7) células. Radios uniseriados homocelulares de células cuadradas o erectas y multiseriados heterocelulares con 1-4 rutas de células marginales, 1-3 (-5) células de ancho. Cristales prismáticos en parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas, un cristal por cámara.

Acacia tenuifolia (L.) Willd. (LEGUMINOSAE, MIMOSOIDEAE)
Acacia claussenii Benth., *A. grandisiliqua* Benth., *A. martinicensis* C. Presl., *A. microcephala* A. Rich., *A. multipinnata* Ducke, *A. nicoyensis* Schenck, *A. paniculata* Duss., *A. paniculata* Willd., *A. tamarindifolia* (L.) Willd., *Manganaroa paniculata* (Willd.) Speng., *Mimosa grandisiliqua* Vell., *M. paniculata* (Willd.) Poir., *M. tenuifolia* L., *Senegalia paniculata* (Willd.) Killip, *S. tenuifolia* (L.) Britton & Rose, *S. tomentella* Britton & Killip, *S. turbacensis* Britton & Killip
Madera de color amarillo pálido (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivo. Lustre mediano. Textura mediana. Grano inclinado. Moderadamente dura y pesada.
Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, de dos tamaños, grandes solitarios y múltiples radiales de 2-3, pequeños arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares, en algunas zonas con areola reducida o aparentemente simples y de forma redondeada. Depósitos de goma presentes. Fibras no septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas con más de tres células de ancho, abundante, en series de 2-4 (-6) células, predominantemente 4. Radios homocelulares de células procumbentes, 2-4 células de ancho. Cristales prismáticos en células parenquimáticas axiales formando series cristalíferas, abundantes, un cristal por cámara.

Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir. (LEGUMINOSAE, MIMOSOIDEAE) (Figura 8)
Acacia hostilis Mart., *A. tenuiflora* Willd., *A. tenuifolia* (L.) Willd., *Mimosa cabrera* H. Karst., *M. hostilis* (Mart.) Benth., *M. limana* Rizzini, *M. nigra* Huber
Madera de color amarillo (2.5Y 7/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivo. Lustre bajo. Textura mediana. Grano inclinado a entrecruzado. Dura y pesada.
Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, de dos tamaños, grandes solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4), pequeños en múltiples radiales de 4-12. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, ornadas. Fibras no septadas, paredes gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas con más

de tres células de ancho, más abundante que las fibras, en series de 3-5 células. Radios homocelulares de células procumbentes, 1-3 células de ancho. Cristales prismáticos en parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas, un cristal por cámara.

Machaerium quinata (Aubl.) Sandwith (LEGUMINOSAE, PAPILIONOIDEAE)
Machaerium ferrugineum (Willd.) Pers., *M. ferrugineum* var. *parviflorum* Benth., *M. nervosum* Vogel, *Nissolia ferruginea* Willd., *N. quinata* Aubl.
Madera de color blanco (2.5Y 8/2), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano entrecruzado. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.
Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, de dos tamaños, grandes solitarios, múltiples radiales de 2-4 y algunos arracimados; pequeños en múltiples radiales de 2-8. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, grandes, ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares, en algunas zonas se presentan con areola reducida o aparentemente simples y de forma redondeada. Tílides y depósitos de goma presentes. Fibras no septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas con más de tres células de ancho, abundante, en mayor proporción que el tejido fibroso, fusiforme y en series de 2 (-3) células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales, 1-2 (-3) células de ancho. Estructura estratificada presente en parénquima axial. Cristales prismáticos en parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas, un cristal por cámara.

Machaerium arboreum (Jacq.) Vogel (LEGUMINOSAE, PAPILIONOIDEAE)
Machaerium acuminatum Kunth, *M. acuminatum* var. *latifolium* Benth., *M. darlense* Pittier, *M. fruticetorum* Standl. & Steyerm., *M. latifolium* (Benth.) Pittier, *M. pittieri* J.F. Macbr., *Nissolia arborea* Jacq., *N. glabrata* Link.
Madera de color marrón muy pálido (10YR 8/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano inclinado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.
Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal y reducción de diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-7). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes. Fibras no septadas, paredes medianas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal aliforme de ala extendida, confluente, bandas finas, anchas y marginales, fusiforme y en series de 2 (-4) células. Radios uniseriados homocelulares de células procumbentes, homocelulares de células cuadradas o erectas y

heterocelulares con una ruta de células marginales, biseriados heterocelulares con 1-4 rutas de células marginales; 1-2 células de ancho, predominantemente uniseriados. Parénquima radial disyuntivo presente. Estructura estratificada presente en parénquima axial. Cristales prismáticos en parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas, un cristal por cámara.

Norantea guianensis Aubl. (MARCGRAVIACEAE) (Figura 9)
Norantea guianensis var. *japurensis* (Mart.) G.L. Ferreira, *N. japurensis* Mart., *N. paraensis* Mart.
Madera de color amarillo (2.5Y 8/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.
Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4). Platinas de perforación predominantemente simples combinadas con algunas escalariformes de 3-6 barras. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, no ornadas Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras septadas, paredes delgadas a medianas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, series de 4-8 células, predominantemente 4 células. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas, 1-3 células de ancho. Células envolventes presentes. Rafidios en células del parénquima radial.

Seguieria macrophylla Benth. (PHYTOLACCACEAE) (Figura 10)
Madera de color amarillo pálido (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto. Textura fina. Blanda y liviana a moderadamente dura y pesada.
Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes delgadas a medianas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima partraqueal escaso, marginal, fusiforme y en series de 2 células. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas, 1-5 (-7) células de ancho. Células radiales perforadas presentes (observadas en sección tangencial). Floema incluso de tipo concéntrico.

Gouania lupuloides (L.) Urb. (RHAMNACEAE) (Figura 11)
Banisteria lupuloides L., *Gouania domingensis* (Jacq.) L., *G. viridis* Brandenge, *Rhamnus dominguensis* Jacq.
Madera de color marrón claro (7.5YR 6/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura mediana a gruesa. Dura y pesada.
Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, de dos tamaños, grandes

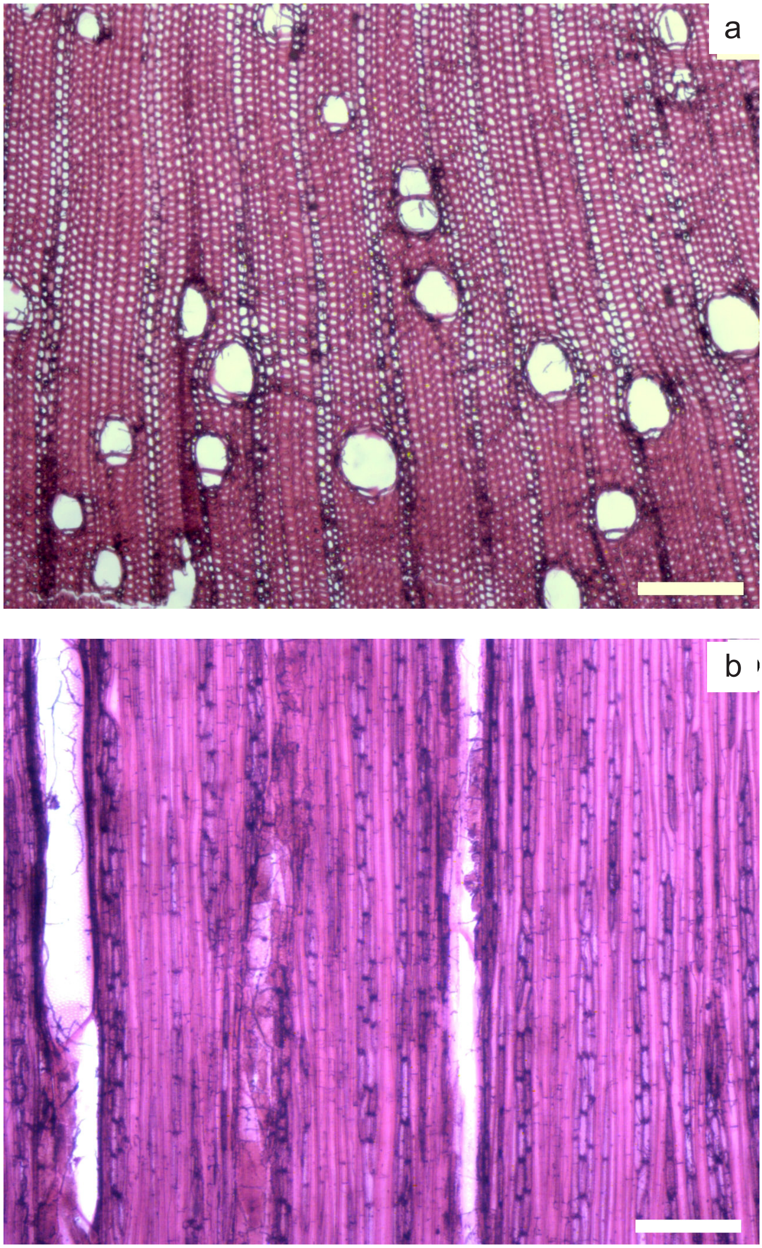


Figura 9: MARCGRAVIACEAE. *Norantea guianensis*. (a)Poros solitarios y múltiples radiales de 2; sin patrón definido de disposición (Barra = 300 μm). (b)Radios de 1-3 células de ancho, fibras septadas (Barra = 300 μm).

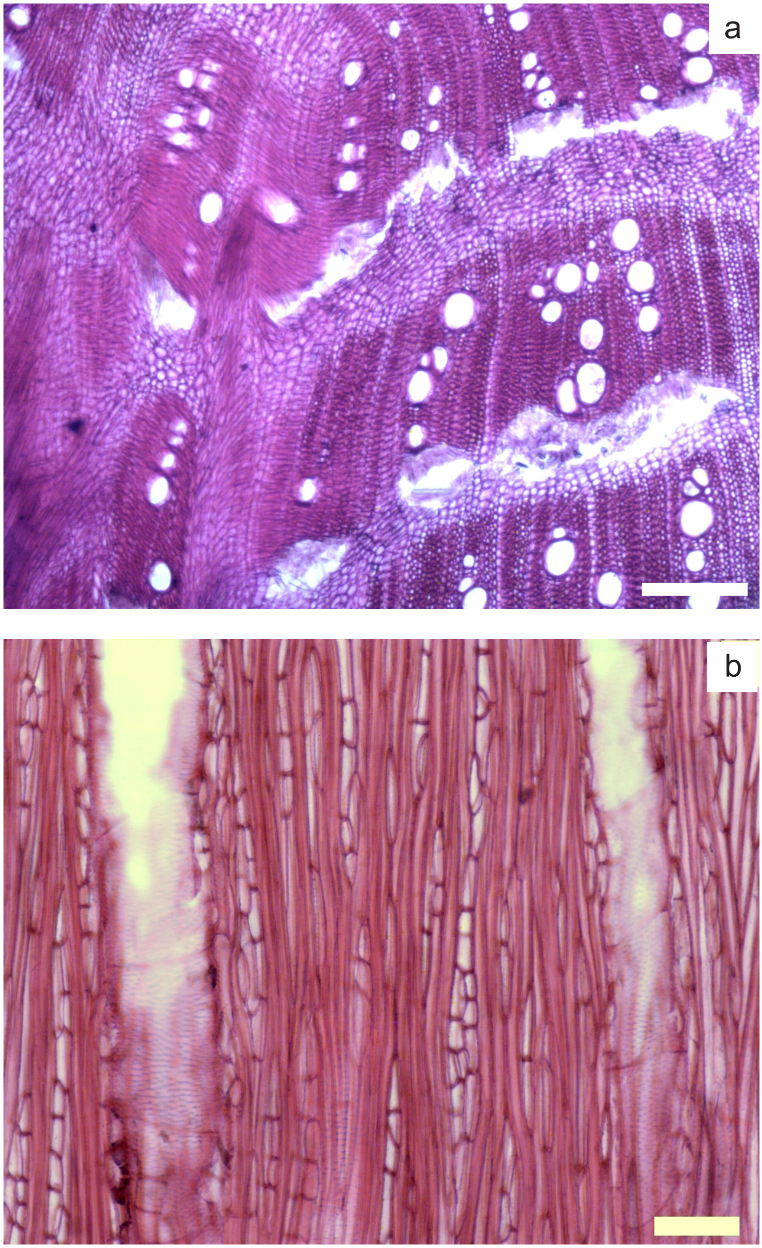


Figura 10: PHYTOLACCACEAE. *Seguieria macrophylla*. (a)Floema incluso de tipo concéntrico (Barra = 300 μm). (b)Radios de 1-3 células de ancho, fibras no septadas (Barra = 100 μm).

solitarios, múltiples radiales de 2 y algunos arracimados, pequeños solitarios, múltiples radiales de 2-6, arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes. Fibras septadas, paredes gruesas a muy gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas con más de tres células de ancho, abundante, fusiforme y en series de 2 células. Radios homocelulares de células procumbentes, (1-) 2-4 células de ancho. Células radiales perforadas presentes, pequeñas. Radios localmente estratificados, parénquima axial y fibras estratificados. Cristales prismáticos en parénquima axial formando series cristalíferas, un cristal por cámara.

Uncaria guianensis (Aubl.) J.F. Gmel. (RUBIACEAE) (Figura 12)
Nauclea aculeata (Willd.) Willd., *Ourouparia guianensis* Aubl., *Uncaria aculeata* Willd., *U. spinosa* Raeuschel
Madera de color marrón claro (7.5YR 6/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano recto a inclinado. Textura mediana. Dura y pesada.
Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, exclusivamente solitarios. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes medianas, punteaduras claramente areoladas en paredes tangenciales. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso, en series de 5-8 células. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas, 1-3 (-4) células de ancho. Cristales prismáticos en células del parénquima radial, 1 (-2) cristales por célula, estiloides y arena cristalífera en los radios.

Paullinia pinnata L. (SAPINDACEAE) (Figura 13)
Paullinia hostmannii Steud., *P. pendulifolia* Rusby
Madera de color marrón muy pálido (10YR 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano inclinado. Textura mediana. Dura y pesada.
Anillos de crecimiento indistintos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, de dos tamaños; grandes solitarios y algunos múltiples tangenciales de 2-3; pequeños predominantemente en múltiples radiales de 2-14. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes. Fibras no septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, en bandas con 1-2 (-3) células de ancho, en series de 2-4 células. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con 2-4 rutas de células marginales. Cristales prismáticos formando series parenquimáticas

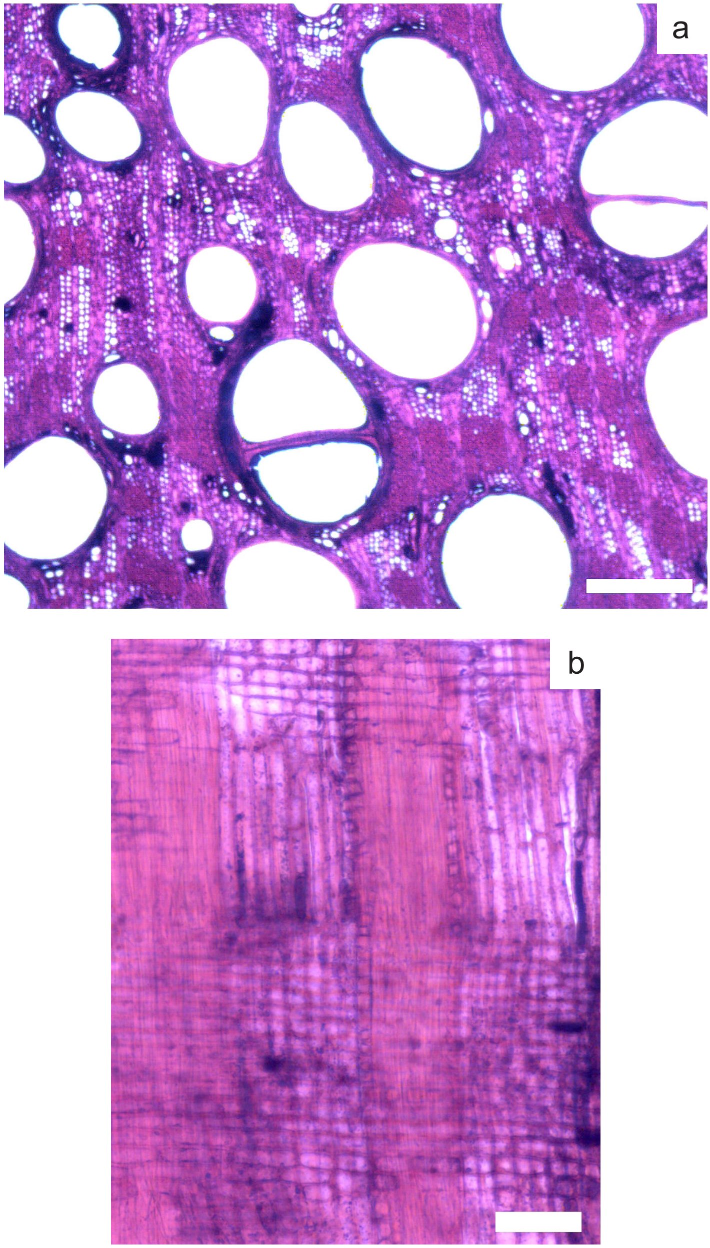


Figura 11: RHAMNACEAE. *Gouania lupuloides*. (a)Poros de dos tamaños; parénquima en bandas con más de tres células de ancho (Barra = 300 μm). (b)Radios homocelulares de células procumbentes; series parenquimáticas cristalíferas (Barra = 100 μm).

cristalíferas, un cristal por célula o cámara. Masa xilemática compuesta.

Serjania atrolineata C. Wright (SAPINDACEAE)

Serjania atrolineata fo. *lancifolia* Radlk., *S. scatens* Radlk.

Madera de color amarillo rojizo (7.5YR 7/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. Textura mediana. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento indistintos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, de dos tamaños; grandes solitarios con algunos múltiples tangenciales de 2-3; pequeños solitarios y en múltiples radiales de 2-12. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes. Fibras no septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicéntrico delgado, en bandas con 1-2 (-3) células de ancho, fusiforme y en series de 2-3 células. Radios uniseriados homocelulares de células cuadradas o erectas y multiseriados heterocelulares con dos o más rutas de células marginales, 1-10 células de ancho, de dos tamaños. Radios agregados presentes. Cristales prismáticos formando series parenquimáticas cristalíferas, un cristal por célula o cámara y ocasionalmente en células del parénquima radial; un cristal por célula o cámara. Masa xilemática compuesta.

Serjania pyramidata Radlk. (SAPINDACEAE) (Figura 13)

Serjania decapleuria Croat

Madera de color rosado (7.5YR 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. Textura mediana. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento indistintos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, de dos tamaños; grandes solitarios y múltiples tangenciales de 2-3; pequeños en múltiples radiales de 2-5. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes. Fibras septadas y no septadas, paredes delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, en bandas con 1-2 células de ancho, fusiforme y en series de 2(-4) células. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con dos o más rutas de células marginales, 1-2 células de ancho. Cristales prismáticos formando series parenquimáticas cristalíferas, un cristal por célula o cámara, pocos. Masa xilemática compuesta.

Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg. (ULMACEAE) (Figura 14)

Celtis aculeata Sw., *C. aculeata* var. *laevigata* (Kunth) Planch., *C. aculeata* var. *pubescens* Griseb., *C. aculeata* var. *serrata* Griseb., *C. aculeatus* Sw., *C. alnifolia* (Wedd.) Planch., *C. anfractuosa* Liebm., *C. asperula* Miq., *C. bonplandiana* Planch., *C.*

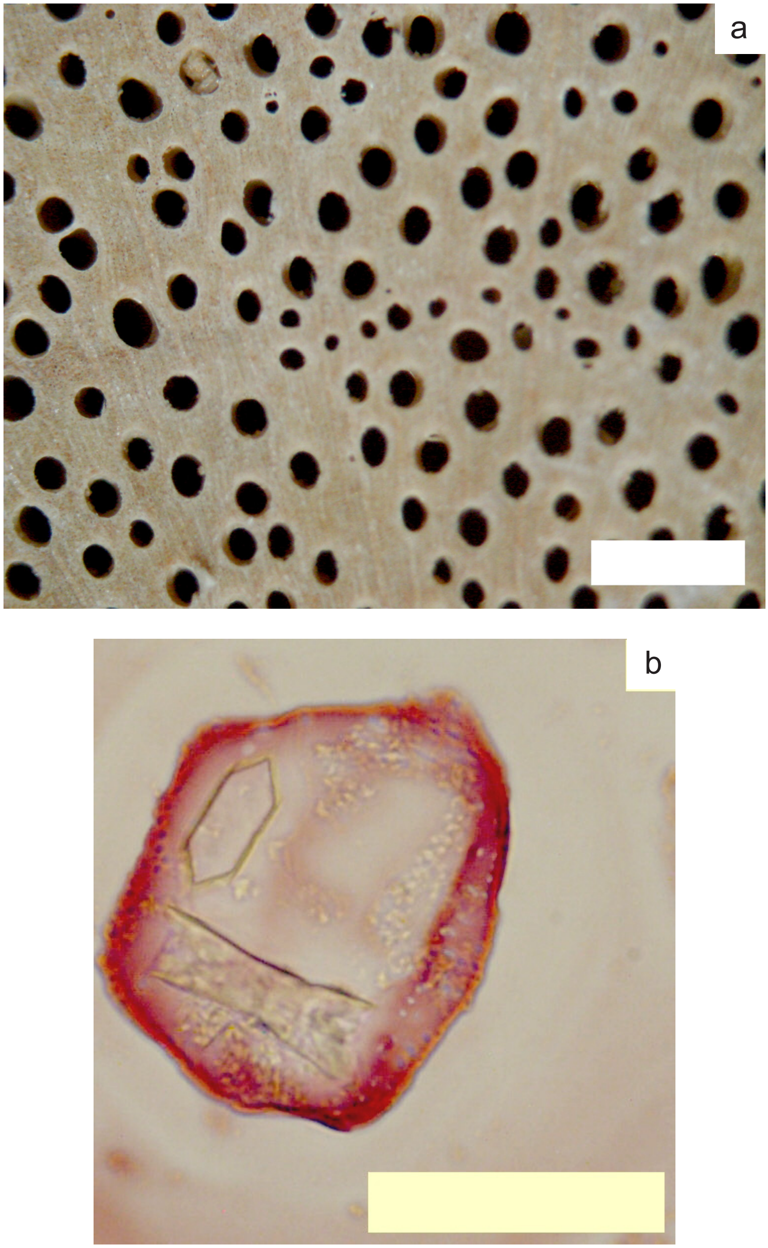


Figura 12: RUBIACEAE. *Uncaria guianensis*. (a)Poros exclusivamente solitarios (Barra = 1 mm). (b)Cristales en tejido macerado (Barra = 50 μm).

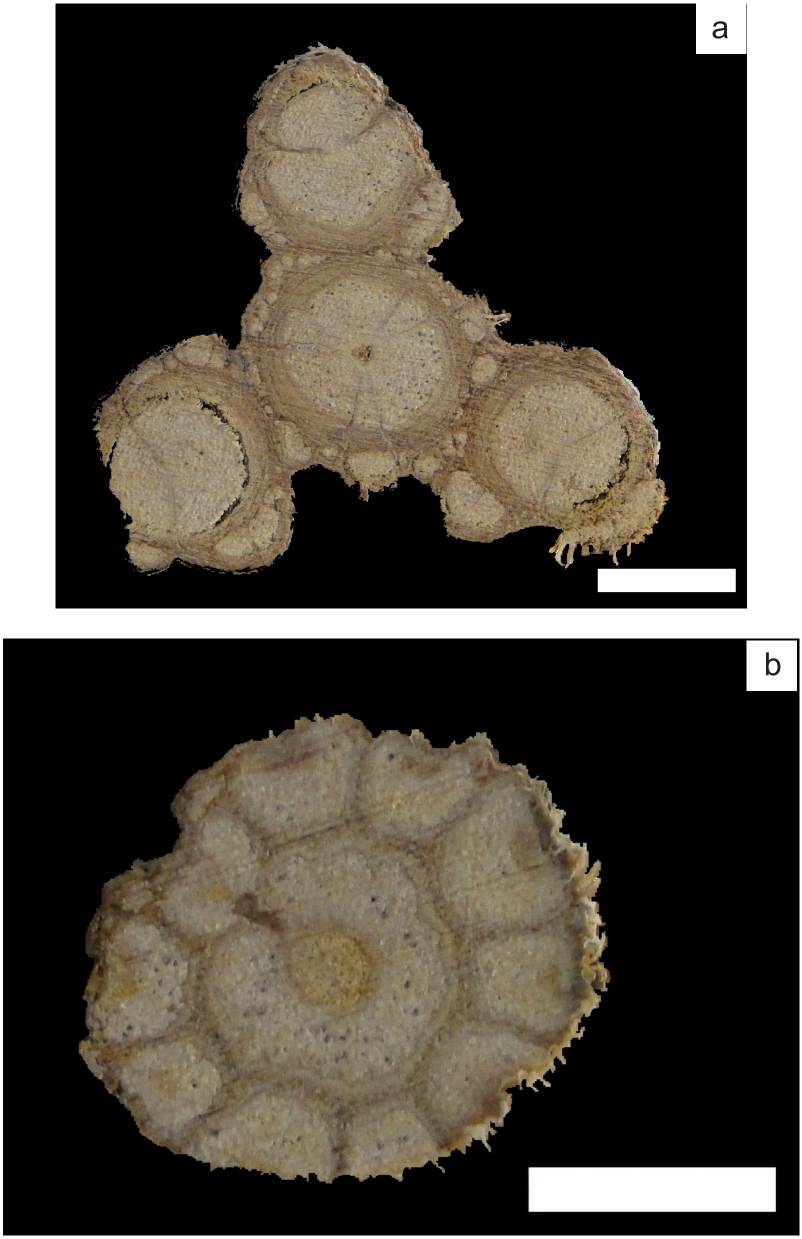


Figura 13: SAPINDACEAE. Masa xilemática compuesta. (a)*Paullinia pinnata* (Barra = 1 cm). (b)*Serjania pyramidata* (Barra = 0,7 cm).

brevifolia (Klotzsch) Miq., *C. dichotoma* (Klotzsch) Miq., *C. difusa* Planch., *C. ehrenbergiana* (Klotzsch) Liebm., *C. epiphylladena* Ortega, *C. gardneri* Planch., *C. glabratum* Spreng., *C. glycycarpa* Mart. ex Miq., *C. goudotti* Planch., *C. hilariana* Planch., *C. laevigata* (Kunth) Spreng., *C. laevigata* Willd., *C. membranacea* (Wedd.) Miq., *C. morifolia* Planch., *C. orthacanthos* Planch., *C. pavonii* Planch., *C. platycaullis* Grenm., *C. pubescens* Spreng., *C. pubescens* var. *pubescens, C. rhamnoides* Willd., *C. sellowiana* Miq., *C. spinosa* Spreng., *C. spinosissima* (Wedd.) Miq., *C. tala* var. *gaudichauniana* Planch., *C. triflora* (Ruiz ex Klotzsch) Miq., *C. velutina* Planch., *C. williamsii* Rusby, *C. zizyphoides* (Kunth) Spreng., *Mertensia aculeata* (Sw.) Schult., *M. commutata* (Roem. & Schult.) Hemsl., *M. iguanaea* (Jacq.) Schult., *M. laevigata* Kunth, *M. pubescens* Kunth, *M. rhamnoides* (Willd.) Schult., *M. zizyphoides* Kunth, *Momisia aculeata* (Sw.) Klotzsch, *M. alnifolia* Wedd., *M. anfractuosa* (Liebm.) Rose & Standl., *M. brevifolia* Klotzsch, *M. dichotoma* Klotzsch, *M. ehrenbergiana* Klotzsch, *M. iguanaea* (Jacq.) Rose & Standl., *M. laevigata* (Kunth) F. Dietr., *M. membranacea* Wedd., *M. platycaulis* (Greenm.) Rose & Standl., *M. pubescens* (Kunth) F. Dietr., *M. spinosissima* Wedd., *M. tarijensis* Wedd., *M. triflora* Ruiz ex Klotzsch, *M. zizyphoides* (Kunth) F. Dietr., *Rhamnus iguanaea* Jacq., *Ziziphus commutate* Roem. & Schult., *Z. iguanaea* (Jacq.) Lam.

Madera de color amarillo pálido (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano recto. Textura mediana. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las fibras y parénquima marginal. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-5). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Tílides abundante, ocasionalmente depósitos de goma. Fibras no septadas, paredes delgadas a medianas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicéntrico, aliforme de ala extendida, confluente, marginal, en series de 3-6 células, predominantemente 4 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con 1-4 rutas de células marginales, 1-4 células de ancho. Cristales prismáticos en células procumbentes de los radios, un cristal por células, pequeñas drusas en células de los radios, pocas.

Petrea volubilis L. (VERBENACEAE) (Figura 15)

Petrea amazonica Moldenke, *P. arborea* fo. *albiflora* Standl., *P. arborea* Kunth, *P. arborea* var. *broadwayi* Moldenke, *P. aspera* fo. *albiflora* Moldenke, *P. aspera* Turcz., *P. atrocoerulea* Moldenke, *P. colombiana* Moldenke, *P. fragantissima* Rusby, *P. kohautiana* C. Presl, *P. kohautiana* var. *anomala* Moldenke, *P. mexicana* Willd. ex Cham., *P. nitidula* Moldenke, *P. ovata* M. Martens & Galeotti, *P. racemosa* Nees, *P. riparia* Moldenke, *P. rivularis* Moldenke, *P. stapelsiae* Paxton, *P.*

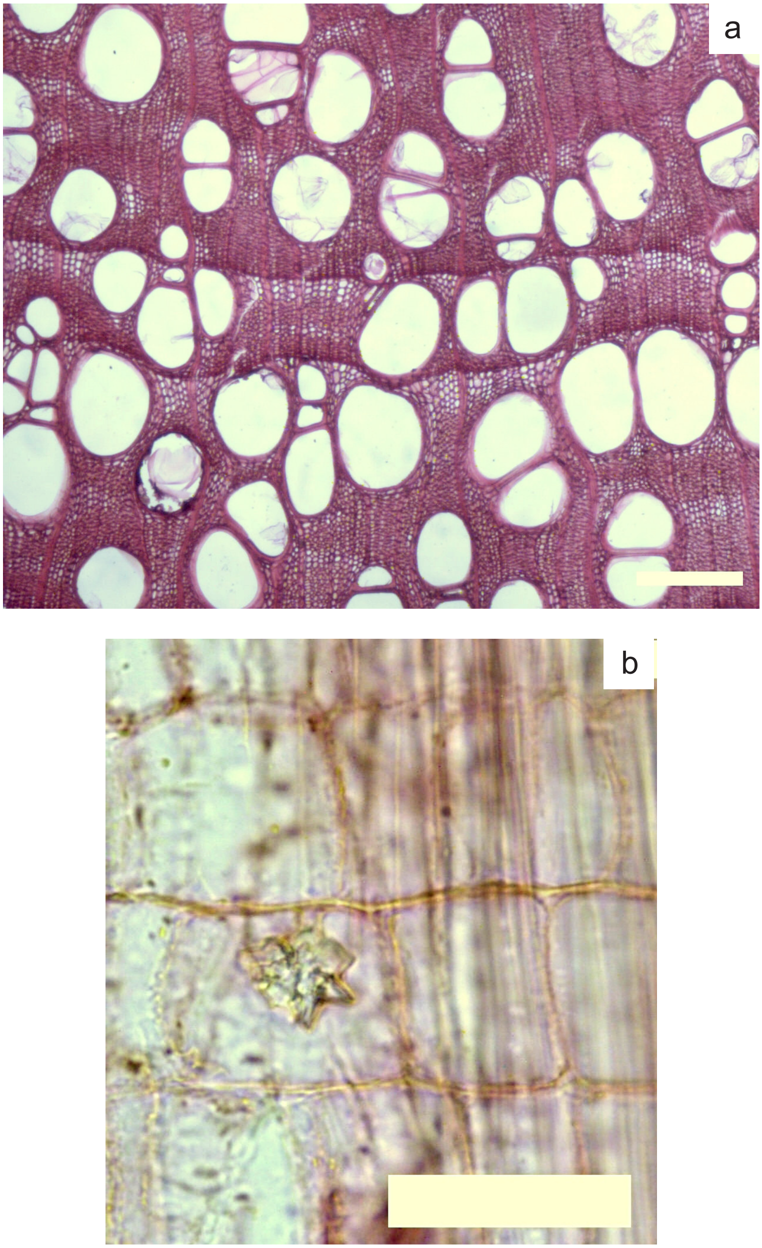


Figura 14: ULMACEAE. *Celtis iguanaea*. (a)Anillos definidos por parénquima marginal y reducción de diámetro de fibras; poros solitarios y múltiples radiales de 2-3, con tílides (Barra = 300 μm). (b)Drusas en células del parénquima radial (Barra = 50 μm).

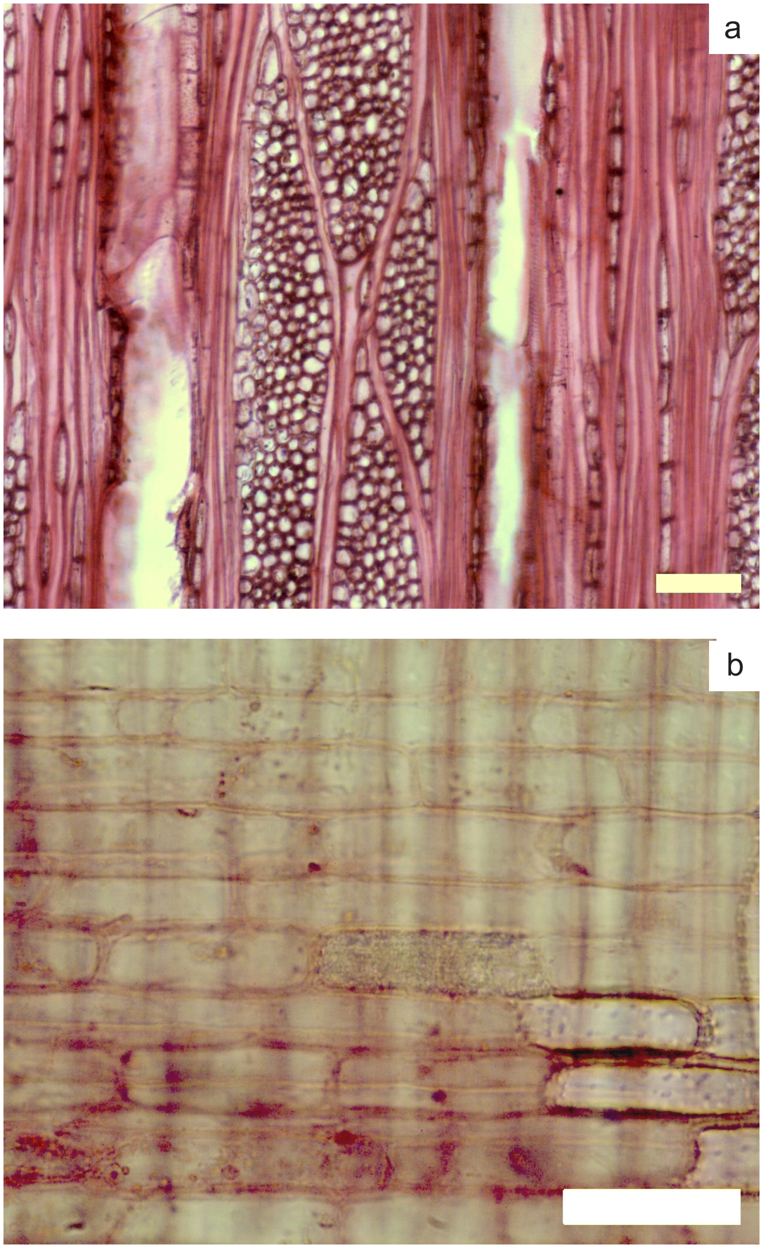


Figura 15: VERBENACEAE. *Petrea volubilis*. (a)Radios agregados (Barra = 100 μm). (b) Arena cristalífera (Barra = 50 μm).

subserrata Bárcena, *P. subserrata* Cham., *P. swallenii* Moldenke, *P. vincentina* Turcz., *P. volubilis* fo. *albiflora* (Standl.) Standl., *P. volubilis* fo. *pubescens* (Moldenke) Moldenke, *P. volubilis* Gaertn., *P. volubilis* var. *albiflora* (Standl.) Moldenke, *P. volubilis* var. *mexicana* Cham., *P. volubilis* var. *pubescens* Moldenke

Madera de color marrón muy pálido (10YR 8/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivo. Lustre bajo. Grano entrecruzado. Textura mediana. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por porosidad semicircular, parénquima marginal y reducción del diámetro de las fibras. Porosidad semicircular. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios, múltiples radiales de 2-4, arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes medianas, punteaduras indistintamente areoladas, abundantes. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, marginal, en series de 2-4 células, predominantemente 4 células. Radios homocelulares de células procumbentes, homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con una ruta de células marginales, de dos tamaños, bajos exclusivamente uniseriados y altos con 6-12 células de ancho. Radios agregados presentes. Células envolventes presentes formando envolturas parciales. Arena cristalífera en células del parénquima radial.

En los cuadros 2 y 3 se presentan los valores correspondientes a las características cuantitativas.

Clave de identificación

1a.	Variantes cambiales presentes	2
b.	Variantes cambiales ausentes	9
2a.	Variantes cambiales en forma de penetración de cuñas floemáticas	3
b.	Variantes cambiales en forma de floema incluso o masa xilemática compuesta	5
3a.	Parénquima unilateral presente; células radiales perforadas ausentes	*Xylophragma seemannianum*
b.	Parénquima unilateral ausente; células radiales perforadas presentes	4
4a.	Poros de dos tamaños presentes	*Mansoa* sp.
b.	Poros de dos tamaños ausentes	*Bignonia hyacinthina*
5a.	Floema concéntrico presente; masa xilemática compuesta ausente	6
b.	Floema concéntrico ausente; masa xilemática compuesta presente	7

6a.	Fibras con punteaduras claramente areoladas; radios exclusivamente uniseriados; cristales prismáticos en parénquima axial	*Maripa paniculata*
b.	Fibras con punteaduras indistintamente areoladas; radios de 1-5 (-7) células de ancho; cristales ausentes	*Seguieria macrophylla*
7a.	Fibras septadas presentes	*Serjania pyramidata*
b.	Fibras exclusivamente no septadas	8
8a.	Parénquima fusiforme presente	*Serjania atrolineata*
b.	Parénquima fusiforme ausente	*Paullinia pinnata*
9a.	Rafidios presentes	10
b.	Rafidios ausentes	13
10a.	Fibras con punteaduras indistintamente areoladas; células envolventes presentes	*Norantea guianensis*
b.	Fibras con punteaduras claramente areoladas; células envolventes ausentes	11
11a.	Radios agregados presentes	*Davilla rugosa*
b.	Radios agregados ausentes	12
12a.	Radios de 5-20 células de ancho; arena cristalífera ausente	*Tetracera volubilis*
b.	Radios de 1-3 (-4) células de ancho; arena cristalífera presente	*Uncaria guianensis*
13a.	Estructura estratificada presente	14
b.	Estructura estratificada ausente	17
14a.	Punteaduras ornadas presentes	15
b.	Punteaduras ornadas ausentes	16
15a.	Anillos de crecimiento definidos; punteaduras intervasculares pequeñas a medianas	*Machaerium arboreum*
b.	Anillos de crecimiento no definidos; punteaduras intervasculares grandes	*Machaerium quinata*
16a.	Fibras septadas, de paredes gruesas; radios de 1-2 (-4) células de ancho	*Gouania* cf. *lupuloides*
b.	Fibras no septadas, paredes delgadas; radios exclusivamente uniseriados	*Bauhinia scala-simieae*
17a.	Radios exclusivamente uniseriados; cuerpos de sílice en los radios	*Cnestidium rufescens*

b.	Radios con más de una célula de ancho presentes; cuerpos de sílice ausentes	18
18a.	Cristales prismáticos presentes	19
b.	Cristales ausentes	23
19a.	Tubos laticíferos presentes	*Forsteronia* cf. *guyanensis*
b.	Tubos laticíferos ausentes	20
20a.	Radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes	21
b.	Radios heterocelulares presentes	22
21a.	Punteaduras ornadas	*Mimosa tenuiflora*
b.	Punteaduras no ornadas	*Acacia tenuifolia*
22a.	Poros de dos tamaños presentes; punteaduras intervasculares pequeñas	*Senna nitida*
b.	Poros de dos tamaños ausentes; puntedauras intervasculares medianas a grandes	*Celtis iguanaea*
23a.	Fibras con punteaduras claramente areoladas; células envolventes y radios agregados ausentes	*Hylenaea comosa*
b.	Fibras con punteaduras indistintamente areoladas; células envolventes y radios agregados presentes	*Petrea volubilis*

Las 24 especies estudiadas se pueden incluir en dos grupos de acuerdo a la presencia de variantes cambiales: se observó el desarrollo de diferentes tipos de variantes en ocho especies pertenecientes a las familias Bignoniaceae (tres especies), Sapindaceae (tres especies), Convolvulaceae (una especie) y Phytolaccaceae (una especie). Isnard & Silk (2009) y Carlquist (1991) señalan que una característica común en el xilema de las lianas es el desarrollo de estructuras anómalas y las mismas pueden ser el resultado de la formación de varios cambium durante el ciclo de vida de la planta o un desarrollo irregular de un cambium único. Según Araujo & Costa (2006), esta característica puede ser de gran valor taxonómico e importancia sistemática. En el material estudiado, los tipos de variantes cambiales encontradas fueron penetración de cuñas floemáticas (Bignoniaceae), floema incluso de tipo concéntrico (Convolvulaceae, Phytolaccaceae) y masa xilemática compuesta (Sapindaceae).

Cuadro 2: Características cuantitativas de vasos (valor mínimo, promedio, desviación, valor máximo).

Especie	Poros/mm²	Diámetro de poros (µm)	Diámetro de punteaduras (µm)	Longitud de Elementos Vasculares (µm)
Forsteronia cf. *guyanensis**	42	(20) 30 ± 5,39 (40)	3,75-5	(290) 470 ± 70,67 (600)
	7	(140) 211 ± 34,82 (270)		
Mansoa sp.*	23	(30) 39 ± 9,16 (60)	6,25-8,75	(120) 241 ± 67,42 (390)
	7	(215) 315 ± 53,31 (420)		
Bignonnia hyacinthina	25	(125) 191 ± 29,23 (240)	6,25-8,75	(240) 344 ± 47,46 (440)
*Xylophragma seemannianum**	36	(25) 34 ± 10,80 (75)	7,5-8,75	(145) 246 ± 52,17 (350)
	9	(140) 215 ± 44,96 (300)		
Cnestidium rufescens	9	(160) 248 ± 45,14 (345)	6,25-7,5	(280) 471 ± 100,43 (700)
Maripa paniculata	7	(160) 262 ± 46,90 (335)	12,5-16,25	(260) 412 ± 69,22 (510)
Davilla rugosa	4	(200) 356 ± 62,51 (450)	10-15	(450) 674 ± 109,66 (1020)
Tetracera volubilis	5	(215) 295 ± 47,67 (390)	10-12,5	(380) 628 ± 175,62 (900)
Hylenaea comosa	13	(125) 163 ± 20,92 (210)	(3,75-) 5-6,25	(270) 532 ± 119,55 (780)
*Bauhinia scala-simiaea**	7	(30) 43 ± 8,67 (55)	(8,75-) 10-11,25	(270) 384 ± 84,08 (580)
	9	(165) 239 ± 32,03 (290)		
*Senna nitida**	12	(20) 32 ± 6,77 (45)	5-6,25	(140) 232 ± 53,25 (375)
	18	(130) 181 ± 35,83 (250)		
*Acacia tenuifolia**	11	(25) 34 ± 8,70 (50)	5-7,5	(220) 363 ± 96,78 (650)
	10	(150) 264 ±49,68 (360)		

*Mimosa tenuiflora**	14	(25) 37 ± 7,48 (50)	6,25-7,5	(200) 304 ± 66,68 (435)
	15	(140) 222 ± 43,37 (320)		
Machaerium acuminatum	11	(55) 86 ± 23,35 (145)	6,25-7,5	(190) 271 ± 47,77 (345)
*Machaerium quinatum**	7	(30) 49 ± 10,66 (70)	10-12,5	(200) 284 ± 52,91 (390)
	6	(220) 352 ± 76,55(510)		
Norantea guianensis	7	(80) 114 ± 18,43 (160)	7,5-11,25	(570) 885 ± 151,5 (1145)
Seguieria macrophylla	17	(55) 77 ± 14,50 (120)	5-7,5	(185) 261 ± 55,02 (415)
Gouania cf. *lupuloides**	33	(20) 27 ± 7,52 (55)	(8,75-) 10	(305) 543 ± 112,82 (760)
	5	(160) 320 ± 62,97 (405)	(-11,25)	
Uncaria guianensis	6	(190) 255 ± 33,13 (335)	7,5	(350) 534 ± 113,25 (730)
*Paullinia pinnata**	38	(25) 35 ± 6,92 (50)	3,75-5	(225) 333 ± 70,86 (465)
	7	(220) 330 ± 41,89 (400)		
*Serjania atrolineata**	54	(20) 33 ± 6,73 (50)	3,75-5	(240) 342 ± 53,71 (465)
	9	(170) 236 ± 31,61 (315)		
*Serjania pyramidata**	11	(20) 27 ± 6,24 (45)	5-6,25	(170) 296 ± 85,13 (500)
	10	(170) 232 ± 33,13 (280)		
Celtis iguanea	12	(135) 190 ± 24,66 (240)	8,75-11,25	(270) 322 ± 45,26 (450)
Petrea volubilis	35	(70) 97 ± 16,44 (145)	3,75-5	(150) 290 ± 51,55 (375)

*Madera con vasos de dos tamaños. Se presentan los valores de frecuencia y diámetro para los poros pequeños (línea superior) y los grandes (línea inferior).

Cuadro 3: Longitud de fibras, frecuencia y altura de radios (valor mínimo, promedio, desviación, máximo)

Especie	Longitud de fibras (µm)	Radios/mm	Altura de radios (µm)
Forsteronia cf. *guyanensis*	(785) 926 ± 89,92 (1080)	13-19	(370) 951 ± 396,40 (2000)
Mansoa sp.	(775) 969 ± 124,47 (1410)	3-6	(360) 953 ± 1354,28 (7300)
Bignonia hyacinthina	(745) 905 ± 73,70 (1050)	4-7	(290) 1157 ± 790,94 (3080)
Xylophragma seemannianum	(725) 1064 ± 133,23 (1350)	5-9	(315) 755 ± 237,24 (1310)
Cnestidium rufescens	(710) 834 ± 71,28 (970)	5-12	(180) 302 ± 94,38 (550)
Maripa paniculata	(750) 1027 ± 151,83 (1380)	---	(230) 364 ± 100,66 (660)
Davilla rugosa	(1050) 1515 ± 212,88 (1965)	2-9	(1110) 3407 ± 2338 (8050)
Tetracera volubilis	(1180) 1590 ± 247,26 (2130)	1-3	(1280) 3520 ± 1508,08 (6420)
Hylenaea comosa	(915) 1224 ± 137,61 (1530)	4-10	(190) 362 ± 147,93 (700)
Bauhinia scala-simiaea	(705) 964 ± 127,04 (1405)	7-10	(260) 316 ± 32,26 (360)
Senna nitida	(560) 661 ± 67,01 (790)	4-9	(190) 634 ± 259,73 (1110)
Acacia tenuifolia	(1210) 1489 ±186,10 (1860)	2-5	(220) 363 ± 96,78 (650)
Mimosa tenuiflora	(1110) 1374 ± 165,13 (1815)	3-7	(170) 288 ± 103,94 (580)
Machaerium acuminatum	(940) 1129 ± 97,60 (1360)	6-11	(160) 222 ± 28,73 (280)
Machaerium quinatum	(1290) 1799 ± 277,50 (2410)	---	(220) 352 ± 76,55 (510)
Norantea guianensis	(1150) 1502 ± 162,93 (1885)	4-8	(1430) 2758 ± 1090,82 (4400)
Seguieria macrophylla	(710) 851 ± 75,34 (1000)	8-13	(225) 397 ± 135,79 (710)
Gouania cf. *lupuloides*	(890) 1156 ± 153,29 (1530)	5-10	(260) 360 ± 50,85 (480)
Uncaria guianensis	(1170) 1428 ± 189,25 (1820)	7-16	(570) 1117 ± 412,44 (2230)
Paullinia pinnata	(440) 703 ± 95,05 (860)	---	---
Serjania atrolineata	(570) 694 ± 64,66 (820)	4-7 (-9)	(450) 728 ± 179,54 (1075)
Serjania pyramidata	(450) 603 ± 64,64 (740)	---	(250) 418 ± 251,19 (920)
Celtis iguanea	(880) 1200 ± 172,58 (1700)	4-8	(220) 441 ± 165,89 (880)
Petrea volubilis	(710) 822 ± 62,06 (960)	3-9	(170) 363 ± 116,81 (730)

Es importante señalar que el término de floema incluso concéntrico corresponde a la definición de IAWA Committee (1989), aunque Carlquist (1988, 1991) considera más adecuado referirlo como cambium sucesivo. Carlquist (1991) menciona al género *Maripa* (Convolvulaceae) como uno de los que desarrolla cambium sucesivo o floema concéntrico. Igualmente, para la familia Sapindaceae, específicamente en *Serjania* y *Paullinia*, se ha reportado la presencia de masa xilemática compuesta (Metcalfe & Chalk 1950, Carlquist 1991, Araque *et al*. 2000, León 2009, 2010). Por otra parte, Araque *et al*. (2007) y León (2009) mencionan el desarrollo de cuñas floemáticas en algunas especies de Bignoniaceae, entre las cuales incluyen *Xylophragma seemannianum*. En el caso de *Mansoa* sp. y *Bignonia hyacinthina* no se tenían reportes acerca de la presencia de este tipo de variante cambial. Gasson & Dobbins (1991) señalan que la penetración de 4-8 cuñas floemáticas es común en las lianas de la tribu Bignonieae (Bignoniaceae) y estas cuñas se producen como consecuencia de fallas del cambium en la producción de xilema secundario mientras mantiene la producción normal de floema secundario.

Otra característica común fue la presencia de sustancias minerales (cristales, cuerpos de sílice), la cual se observó en 19 de las especies estudiadas (83,33 % con respecto al total). La ausencia de cristales o cuerpos de sílice sólo se manifestó en las tres especies de la familia Bignoniaceae (*Mansoa* sp., *Bignonia hyacinthina, Xylophragma seemannianum*) y en *Seguieria macrophylla* (Phytolaccaceae). El tipo de cristal más común fueron los prismáticos. En el caso de *Davilla rugosa, Tetracera volubilis* y *Norantea guianensis*, se encontraron rafidios; mientras que en *Celtis iguanaea* se observaron drusas. Adicionalmente, *Uncaria guianensis* también presentó cristales estiloides y arena cristalífera. Es importante mencionar que Zevallos & Tomazello (2006) presentaron la descripción de *Uncaria guianensis* y no mencionan la presencia de cristales; sin embargo, Lindorf (2005) señala la presencia de estiloides y arena cristalífera en esta especie. Con respecto a *Celtis iguanaea*, Carlquist (1988) y León (2009) reportan la presencia de drusas y cristales prismáticos en las células del parénquima radial de esta especie.

En *Cnestidium rufescens*, además de cristales, también se encontraron cuerpos de sílice en las células de parénquima radial. Carlquist (1988) señala la presencia de sílice en cuatro géneros de la familia Connaraceae y aunque no lo señala para *Cnestidium*, hace mención de la presencia de este tipo de inclusión mineral en *Rourea* y algunas especies de este género han pasado a ser sinonimia de *Cnestidium*. También en *Hylenaea comosa* se observó sílice, pero no presentó cristales.

Con respecto al sistema de conducción, se encontró que el 50 % del material estudiado desarrolló poros de dos tamaños lo que indica una dualidad de estrategias en el sentido que combinan poros que garantizan seguridad de conducción con poros que se orientan hacia la eficiencia. En el caso de las especies con poros de un tamaño, sólo en tres casos se encontraron diámetros promedios inferiores a 100 µm

y esto es indicativo de la tendencia de las lianas a orientar su sistema de conducción hacia la eficiencia en movilización de líquidos. Brandes & Barros (2008) señalan que entre las características del xilema de las lianas se encuentra el desarrollo de vasos grandes y de dos tamaños en donde los vasos de mayor diámetro le confieren eficiencia, mientras que los pequeños les garantizan la seguridad. Los índices de vulnerabilidad (IV) y mesomorfía (IM) (Cuadro 4) denotan un comportamiento mesomórfico; sin embargo hay una notable diferencia entre lo reflejado por los poros pequeños y los grandes. En cuatro especies (*Forsteronia* cf. *guyanensis, Xylophragma seeemannianum, Paullinia pinnata, Serjania atrolineata*), los valores de vulnerabilidad de los poros pequeños corresponde a comportamiento xeromórfico (IV < 1). En el resto de las especies con poros de dos tamaños, los valores del IV de los poros pequeños tuvieron un valor máximo de 7,82 (*Machaerium quinatum*) y un mínimo de 1,69 (*Mansoa* sp.), lo cual indica que aún cuando son valores de tipo mesomórfico, son relativamente bajos y manifiestan una tendencia a acercarse a condiciones donde se garantiza más la seguridad que la eficiencia de conducción. Con respecto a las especies que no mostraron dimorfismo en los vasos, los IV variaron desde un mínimo de 2,77 (*Petrea aspera*) hasta un máximo de 64 (*Gouania* cf. *lupuloides*). Es importante mencionar que este es uno de los pocos reportes de valores de estos índices para especies de porte lianoide y se confirma la dualidad de comportamiento del sistema de conducción en lianas, coincidiendo con lo reportado por Gutiérrez *et al*. (2009) al estudiar siete especies de lianas y encontrar índices de vulnerabilidad que oscilaron entre 3,6 y 41,5. Adicionalmente, tres especies (*Forsteronia* cf. *guyanensis, Cnestidium rufescens, Hylenaea comosa*) presentaron traqueidas como elemento subsidiario de conducción lo cual contribuye con la seguridad en la movilización de líquidos ya que las tres especies mencionadas poseen poros orientados sólo hacía la eficiencia y su diámetro promedio está por encima de 150 µm. La presencia de poros con diámetro superior a 200 µm, grandes de acuerdo a lo estipulado por IAWA (1989) se encontró en 16 especies (66,67 % del total estudiado), en cuatro (16,67 %) se encontraron valores ubicados entre 150 y 200 µm y las cuatro restantes (16,67 %) desarrollaron poros con menos de 100 µm de diámetro. El diámetro de las punteaduras, presentó una mayor variedad observándose el mayor valor en *Maripa paniculata* (12,5-16,25 µm) mientras que los menores valores se observaron en *Forsteronia* cf. *guyanensis, Paullinia pinnata, Serjania atrolineata* y *Petrea aspera* (3,75-5 µm). Con respecto a la longitud de los elementos de los vasos, los valores promedio oscilaron entre 232 µm (*Senna nitida*) y 885 µm (*Norantea guianensis*). Tomando en cuenta las categorías establecidas por IAWA (1989), el 54,17 % de las especies estudiadas presentaron elementos de los vasos cortos (< 350 µm) y el 45,83 % poseen elementos de los vasos medianos (350-800 µm).

La longitud de fibras presentó promedios que oscilaron entre 603 µm en *Serjania pyramidata* y 1799 µm en *Machaerium quinatum*. De acuerdo a las categorías

establecidas por IAWA (1989), el 29,17 % de las especies estudiadas poseen fibras cortas (< 900 µm), 69,67 % se ubican en la categoría de fibras medianas (900-1600 µm) y el 4,17 % corresponde a fibras largas (> 1600 µm).

En cuanto al parénquima axial se encontró una amplia variación. En un caso (*Forsteronia* cf. *guyanensis*) se presentaron las tres categorías de parénquima contemplados por IAWA Committee (1989); mientras que en otros casos se presentó un solo tipo de parénquima tal como en *Cnestidium rufescens* (bandas discontinuas de una célula de ancho), *Maripa paniculata* (paratraqueal escaso), *Gouania lupuloides*, *Acacia tenuifolia Mimosa tenuiflora* y *Machaerium quinatum* (bandas con más de tres células de ancho). Esta amplia variación es producto de la diversidad de grupos taxonómicos incluidos en el material de estudio. Sin embargo, es notable la alta incidencia de parénquima en bandas en sus tres modalidades (anchas, finas, marginal) y en 18 de las especies estudiadas (75 % del total) se presentó parénquima en bandas, bien sea como único tipo de parénquima o combinado con otros tipos.

La altura y el ancho de los radios también mostraron un comportamiento bastante variable. En cuanto a la altura, el menor valor promedio se observó en *Machaerium acuminatum*, con 222 µm, mientras que el mayor correspondió a *Tetracera volubilis* con 3520 µm. En el caso de *Paullinia pinnata*, se hizo difícil obtener buenas secciones tangenciales y determinar algunas características entre las cuales se incluye la altura de los radios. En relación al ancho de los radios, el grado de variación fue mucho mayor encontrándose especies con radios exclusiva o predominantemente uniseriados (*Cnestidium rufescens, Maripa paniculata, Machaerium arboreum, Bauhinia scala-simiae*) hasta aquellas en donde predominan los radios con más de 10 células de ancho (*Davilla rugosa, Tetracera volubilis*).

Conclusiones

Los caracteres más frecuentemente observados en las especies estudiadas fueron la presencia de sustancias minerales (cristales, cuerpos de sílice) las cuales se encontraron en el 83,33 % del material estudiado. El tipo de cristal más frecuente fue el prismático y comúnmente se presentó en el parénquima axial. También se observó la presencia de drusas (*Celtis iguanaea*), rafidios (*Davilla rugosa, Tetracera volubilis, Norantea guianensis*), arena cristalífera (*Uncaria guianensis, Petrea volubilis*) y cristales estiloides (*Uncaria guianensis*). En dos especies (*Cnestidium rufescens, Hylenaea comosa*) se encontraron cuerpos de sílice, en cantidades abundantes, en las células del parénquima radial.

Las variantes cambiales se encontraron en ocho especies (33,33 %) y los tipos de variantes fueron las siguientes: penetración de cuñas floemáticas (*Mansoa* sp., *Bignonia hyacinthina, Xylophragma seemannianum*), floema concéntrico (*Maripa paniculata, Seguieria macrophylla*) y masa xilemática compuesta (*Paullinia pinnata, Serjania atrolineata, S. pyramidata*).

Otro carácter importante fue el desarrollo

Cuadro 4: Índices de vulnerabilidad (IV) y mesomorfia (IM).

Especie	IV	IM
Forsteronia cf. *guyanensis**	30,14/0,71	14.167,14/335,71
Mansoa sp.*	45/1,69	10.845/408,65
Bignonia hyacinthina	7,64	2.628,16
*Xylophragma seemannianum**	23,89/0,94	5.876,67/231,24
Cnestidium rufescens	27,55	12.978,67
Maripa paniculata	37,43	15.420,57
Davilla rugosa	89	59.986
Tetracera volubilis	59	37.052
Hylenaea comosa	12,54	6.670,46
*Bauhinia scala-simiaea**	26,56/6,14	10.197,33/2358,86
Senna nítida	10,05/2,67	2.332,89/618,67
*Acacia tenuifolia**	26,4/3,09	9.583,2/1.121,67
*Mimosa tenuiflora**	14,8/2,64	4.499,2/803,43
*Machaerium quinatum**	58,67/7,82	16.661,33/2150,42
Machaerium acuminatum	7	1.988
Norantea guianensis	16,29	14.412,86
Seguieria macrophylla	4,53	1.182,18
Gouania cf. *lupuloides**	64/0,82	34.752/444,27
Uncaria guianensis	42,5	22.695
*Paullinia pinnata**	47,14/0,92	15.698,57/306,71
*Serjania atrolineata**	26,22/0,61	8.968/209
*Serjania pyramidata**	23,2/2,45	6.867,2/726,54
Celtis iguanaea	15,83	5.098,33
Petrea aspera	2,77	803,71

*Índices de vulnerabilidad y mesomorfía para poros grandes (primer valor) y pequeños (segundo valor).

de vasos de dos diámetros distintos los cuales se observaron en el 50 % del material estudiado. Esto indica la dualidad estratégica que presentan las lianas en cuanto a la función de conducción al desarrollar poros grandes para garantizar eficiencia y poros pequeños orientados hacia la seguridad. Adicionalmente, en tres especies se encontraron traqueidas como elementos subsidiaros de conducción. Esta dualidad estratégica también fue cuantificada a través de los índices de vulnerabilidad y mesomorfía, obteniéndose valores notablemente diferentes entre los poros grandes y pequeños. A nivel de los poros pequeños, los valores de dichos índices y en cuatro casos reflejaron comportamiento xeromórfico.

Referencias bibliográficas

ARAQUE, O., W. LEÓN & C. HERNÁNDEZ. 2007. Anatomía xilemática de lianas de la familia Bignoniaceae en la Reserva Forestal de Caparo (Barinas, Venezuela). *Acta Bot. Venez*. 30: 191-215.

ARAQUE, O., N. ESPINOZA & W. LEÓN. 2000. Estudio anatómico del leño de seis especies de lianas. *Rev. Forest. Venez*. 44(2): 39-48.

ARAUJO, G. & C. COSTA. 2006. Cambial variant in the stem of *Serjania corrugata* (Sapindaceae). *IAWA J.* 27: 269-280.

BRANDES, A. & C. BARROS. 2008. Anatomia do lenho de oito espécies de lianas da família Leguminosae ocorrentes na Floresta Atlántica. *Acta Bot. Bras*. 22: 465-480.

CARLQUIST, S. 1991. Anatomy of vine and liana stems: a review and synthesis. In: *The biology of vines*. Putz, F. & H. Mooney (eds), pp. 53-71. Cambridge University Press. New York. 525 p.

CARLQUIST, S. 1988. *Comparative wood anatomy*. Springer-Verlag. Series in Wood Science. 436 p.

CARLQUIST, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *Amer. J. Bot.* 64: 887-896.

COROTHIE, H. 1967. *Estructura anatómica de 47 maderas de la Guayana Venezolana*. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de Los Andes-Ministerio de Agricultura y Cría. Mérida, Venezuela. 125 p.

DOS SANTOS, G. 1996. Systematic wood anatomy of lianas in Bignonieae (Bignoniaceae). *Amer. J. Bot*. 83: 152 (Abstract).

EWERS, F. 1985. Xylem structure and water conduction in conifer trees, dicot trees and lianas. *IAWA Bull. n.s.* 6: 309-317.

EWERS, F., J. FISHER & K. FICHTNER. 1991. Water flux and xylem structure in vines. In: *The biology of vines*. Putz, F. & H. Mooney (eds), pp. 127-160. Cambridge University Press. Cambridge. 525 p.

GASSON, P. Y D. DOBBINS. 1991. Wood anatomy of the Bignoniaceae with comparison of trees and lianes. *IAWA Bull. n.s*. 12: 389-417.

GENTRY, A. 1991. The distribution and evolution of climbing plants. In: *The biology of vines*. Putz, F. y H. Mooney (eds), pp. 3-49. Cambridge University Press. New York. 525 p.

GUTIÉRREZ, M., R. SAN MIGUEL-CHÁVEZ & T. TERRAZAS. 2009.

Xylem conductivity and anatomical traits in diverse lianas and small tree species from a tropical forest of southwest Mexico. *Int. J. Bot.* 5: 279-286.

HERNÁNDEZ, J., C. HERNÁNDEZ & O. NOGUERA. 2007. Estudio florístico de las lianas con fines de manejo del bosque en un área del lote boscoso El Dorado-Tumeremo, estado Bolívar, Venezuela. *Rev. Forest. Venez.* 51: 153-164.

IAWA COMMITTEE. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s.* 10: 219-332.

ISNARD, S. & W. SILK. 2009. Moving with climbing plants from Charles Darwin´s time into the 21st century. *Am. J. Bot.* 96: 1205-1221.

JACQUES, F. & D. DE FRANCESCHI. 2007. Menispermaceae wood anatomy and cambial variants. *IAWA J.* 28: 139-172.

JOHANSEN, D. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Co. New York. 523 p.

LEÓN, W. 2010. Anatomía de la madera de 18 especies de la familia Sapindaceae en Venezuela. *Ernstia* (En evaluación)

LEÓN, W. 2009. Anatomía de la madera de 20 especies de lianas del lote boscoso El Dorado-Tumeremo (estado Bolívar, Venezuela). *Ernstia* 19: 137-170.

LINDORF, H. 2005. Bark and wood anatomy of *Uncaria guianensis* and *Uncaria tomentosa*. *IAWA J.* 26: 239-251.

METCALFE, C. & L. CHALK. 1950. *Anatomy of dicotyledons Vol. I y II*. Clarendon Press. London.

MUNSELL. 1990. *Soil Color Charts*. Macbeth Division of Kollmorgen Corporation. Baltimore.

PACE, M., L. LOHMANN & V. ANGYALOSSY. 2009. The rise and evolution of the cambial variant in Bignonieae (Bignoniaceae). *Evolution & Development* 11: 465-479.

ZEVALLOS, P. & M. TOMAZELLO. 2006. Anatomia do lenho de *Uncaria guianensis* e *U. tomentosa* (Rubiaceae) do estado do Acre, Brasil. *Acta Amazonica* 36: 169-176.